



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS DE BALSAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

THAIS MARIA MORAIS PONTES

**ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES
PATOLÓGICAS NA BR-230 (TRECHO SÃO RAIMUNDO DAS
MANGABEIRAS – BALSAS)**

**BALSAS-MA
2023**

Thais Maria Morais Pontes

ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA BR-230
(TRECHO SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS – BALSAS)

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Artigo Científico, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Moises de Araújo
Santos Jacinto

Seção de Informação e Referência
Catalogação da Publicação na Fonte.

Pontes, Thaís Maria Morais.

ANÁLISE E IDENTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA
BR-230 TRECHO SÃO RAIMUNDO DAS MANGABEIRAS BALSAS / Thaís
Maria Morais Pontes, Ranna de Sousa Barros, Leandro Gomes
Domingos. - 2023.

25 f.

Orientador(a): Moisés de Araújo Santos Jacinto.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do
Maranhão, Balsas, 2023.

1. Manifestações patológicas. 2. Manutenção. 3.
Método GUT. 4. Rodovia. I. Barros, Ranna de Sousa. II.
Domingos, Leandro Gomes. III. Jacinto, Moisés de Araújo
Santos. IV. Título.

Thais Maria Morais Pontes

Análise e identificação de manifestações patológicas na BR-230 (trecho São Raimundo das Mangabeiras – Balsas)

Trabalho de conclusão de curso na modalidade Artigo Científico, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 08 de dezembro de 2023.

Prof (a). Me. Moises de Araújo Santos Jacinto – Orientador

Prof(a). Dr(a) Carla Caroline Alves Carvalho – Examinador interno

Prof. Dr. Cláudio Luis de Araújo Neto – Examinador interno

Balsas-MA

2023



Análise e identificação de manifestações patológicas na BR-230 (trecho São Raimundo das Mangabeiras – Balsas)

Analysis and identification of pathological manifestations on BR-230 (São Raimundo das Mangabeiras – Ferry Section)

DOI: 10.55905/revconv.16n.12-238

Recebimento dos originais: 17/11/2023

Aceitação para publicação: 20/12/2023

Thaís Maria Morais Pontes

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Balsas – MA, Brasil

E-mail: thais.pontes@discente.ufma.br

Moises de Araújo Santos Jacinto

Doutorando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Belém – PA, Brasil

E-mail: moisesaraujosantosjacinto@gmail.com

Ranna de Sousa Barros

Mestra em Ciências dos Materiais

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Balsas – MA, Brasil

E-mail: ranna.barros@ufma.br

Poliana Lima Rocha

Mestra em Estruturas e Construção Civil

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Belém – PA, Brasil

E-mail: polianalima38@gmail.com

Leandro Gomes Domingos

Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Balsas – MA, Brasil

E-mail: leandro.gd@ufma.br

Lara Stefany de Oliveira Cruz

Graduanda em Engenharia Civil

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: Balsas – MA, Brasil

E-mail: lara.cruz@discente.ufma.br



Willame Braga Lima

Mestrando em Processos Construtivos e Saneamento Urbano

Instituição: Universidade Federal do Pará

Endereço: Belém – PA, Brasil

E-mail: wb.lima@ufma.br

Letícia Maria Brito Silva

Mestra em Ciências dos Materiais

Instituição: Universidade Federal do Maranhão

Endereço: São Luís – MA, Brasil

E-mail: leticiamariabritos@gmail.com

RESUMO

O presente artigo é um estudo de caráter exploratório e qualitativo que teve como objetivo principal identificar as características e as possíveis causas das manifestações patológicas de um trecho da BR-230 que liga as cidades de São Raimundo das Mangabeiras à Balsas, localizadas na região Sul do Maranhão, e assim propor alternativas de recuperação e manutenção da via pavimentada. Como se refere a um trajeto intensamente trafegável, devido ao fluxo considerável de pessoas e cargas, torna-se imprescindível manutenções preventivas, a fim de melhorar o desempenho estrutural e funcional do trecho. Dessa forma, por se referir a um estudo em campo para atingir o propósito, foram feitos registros fotográficos e um levantamento visual da situação da rodovia. Com isso, foi possível propor uma ordem de priorização de urgências a partir da aplicação do Método GUT (gravidade, urgência e tendência). De acordo com a norma DNIT 005/2003 - TER, os principais defeitos encontrados foram: panelas, remendos, trincas, ondulações e afundamentos. Dessa forma, através da aplicação da Matriz GUT foi possível observar que manifestações do tipo panelas apresentam maior grau de risco e priorização. Conclui-se que a ausência de restaurações adequadas aumenta o risco de desconforto e insegurança dos usuários. Portanto, é necessário conhecer a origem das causas das deformações no asfalto para que assim se possa aplicar as reabilitações necessárias e de forma correta.

Palavras-chave: manifestações patológicas, manutenção, rodovia, método GUT.

ABSTRACT

This article is an exploratory and qualitative study whose main objective was to identify the characteristics and possible causes of pathological manifestations on a stretch of BR-230 that connects the cities of São Raimundo das Mangabeiras to Balsas in Maranhão, and thus propose alternatives for the recovery and maintenance of the paved road. As it refers to an intensely used route, due to the considerable flow of people and loads, preventive maintenance is essential to improve the structural and functional performance of the stretch. Thus, as it refers to a field study to achieve the purpose, photographic records, and a visual survey of the situation on the highway were made, with this it was possible to propose an order of prioritization of emergencies based on the application of the GUT Method (Severity, urgency, and trend). According to the DNIT 005/2003 - TER standard, the main defects found were: pans, patches, cracks, ripples, and sags. Thus, through the application of the GUT Matrix, it was possible to observe that pot-type manifestations present a higher degree of risk and prioritization. It is concluded that the absence of adequate restorations increases the risk of discomfort and insecurity for users. Therefore, it is



necessary to know the origin of the causes of deformations in the asphalt so that the necessary rehabilitation can be applied correctly.

Keywords: pathological manifestations, maintenance, highway, GUT method.

1 INTRODUÇÃO

Com o governo de Juscelino Kubitschek, na década de 1950, a ideia era modernizar e transformar a economia do Brasil, a partir do “Plano de Metas”, que previa um desenvolvimento significativo, para isso setores econômicos importantes receberam investimentos, a exemplo o de transporte, que previa a construção de estradas pavimentadas que interligassem a capital Brasília. Dessa forma, o crescimento da indústria automobilística e a ampliação da infraestrutura rodoviária determinou uma forte dependência ao transporte rodoviário, que ocasionou em problemas de logística e dos custos do modal. (Pereira e Lessa; 2011).

Essa dependência acarreta problemas, pois a competitividade dos produtos brasileiros pode ser comprometida em comparação com produtos internacionais, além de outros problemas como, por exemplo, a qualidade das vias, visto que os gastos com transporte podem corresponder até 13,3% do PIB nacional, segundo levantamentos feitos pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2022).

De acordo com Silva e Pinheiro (2022), os efeitos da degradação de pavimentos asfálticos afetam de maneira negativa o setor econômico e social do país, pois dependendo da gravidade da manifestação patológica, os gastos podem ser altos e possibilitar o surgimento de outras deformações, além de comprometer a estrutura da via e colocar em risco a segurança dos usuários.

Para Peterlini (2023, p. 10), "as rodovias são economicamente vitais para a economia do Brasil", por este motivo é indispensável a manutenção e melhoramento da pavimentação das vias para o crescimento do país. Logo, a preservação da estrutura dos pavimentos é essencial para a logística nacional.

De acordo com o relatório anual da Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2022) para o ano de 2022, foram pesquisados 110.333 quilômetros de rodovias pavimentadas. Essa extensão, como se vê adiante, representa mais da metade da malha pavimentada brasileira (51,7%), sendo que de tal contingente 44,5% apresentam condição boa ou ótima. No que se refere



ao estado do Maranhão a situação ainda é mais alarmante, visto que 77,1% das vias pavimentadas analisadas na pesquisa foram classificadas como regular, ruim ou péssima.

Para a Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2022), é importante que a estrutura de um pavimento atenda as condições básicas de segurança de tráfego. Sendo assim, ela deve ser composta de camadas capazes de suportar as cargas solicitantes e as deformações de maneira a garantir que a rodovia seja segura por um bom tempo.

O presente estudo tem como objetivo coletar e analisar informações acerca das principais manifestações patológicas presentes em um trecho de aproximadamente 90 Km da BR-230, um pavimento do tipo flexível, entre os municípios de São Raimundo das Mangabeiras e Balsas que se encontram na região sul do estado do Maranhão, e com isso determinar as possíveis causas e soluções, a partir da coleta de imagens, pesquisas bibliográficas, leitura e interpretação de documentos e normas regulamentadoras. Para além disso, a pesquisa utilizou a Matriz GUT para ordenar as manifestações patológicas de acordo com a gravidade, urgência e tendência de cada uma, e assim destacar o grau de priorização para a solução dos problemas e facilitar o gerenciamento de riscos.

A Embrapa (2023) define parte do território Maranhense, como pertencente ao grupo MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), tal área é formada em sua maioria pelo cerrado e compreende uma região onde a agricultura se expandiu desde a década de 1980, especialmente na produção de grãos como a soja. Nesse contexto o município de Balsas possui destaque expressivo, visto que a produção de soja foi de aproximadamente 600 000 toneladas, de acordo com dados do IBGE (2022). Com isso Castillo *et al.*, (2021), afirma que na produção de grãos no estado do Maranhão rodovias federais como a BR-230, são importantes para o escoamento do produto até destinos como o Porto de Itaqui em São Luís, assim serviços de manutenção e rodovias estratégicas são necessários para a expansão do agronegócio.

A análise destacada ressalta a importância de estudos acerca das diversas manifestações patológicas em pavimentação asfáltica, visto que o modal rodoviário é o principal meio de escoamento de produtos e transporte de pessoas, sendo assim possui relevância significativa para o desenvolvimento econômico do país.



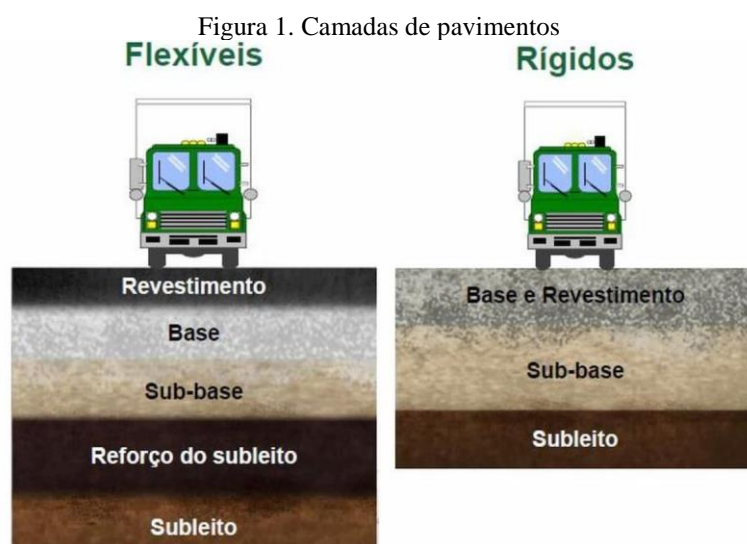
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ASPECTOS GERAIS – PAVIMENTAÇÃO

Segundo Bernucci *et al.* (2008), entende-se por pavimento uma estrutura composta de várias camadas com espessuras variáveis, construídas sobre um terreno plano capaz de resistir aos esforços e/ou impactos provenientes de fluxo de veículos e cargas, proporcionando segurança, conforto e economia para quem trafega na via.

De acordo com o DNIT (2006a), de maneira geral, os pavimentos podem ser divididos em três categorias: flexíveis, semirrígidos e rígidos. Os flexíveis são aqueles em que todas as camadas de sua composição sofrem alterações elásticas consideráveis, já o semirrígido caracteriza-se por ter a base cimentada por algum agregado ou aglomerante; o pavimento rígido refere-se a um revestimento que possui alta rigidez em relação as camadas inferiores, logo absorve a maior parte das tensões aplicadas.

A pavimentação asfáltica é aquela composta por uma mistura de agregados e aglutinantes asfálticos. Constituída de quatro camadas essenciais temos: revestimento, base, sub-base e subleito, como mostra a figura 1. As camadas com mais importância estrutural são todas as que estão abaixo do revestimento asfáltico, dessa forma a combinação ideal entre espessuras e tipos de materiais é determinante para a mecânica dos pavimentos (Bernucci *et al.*, 2008).



Fonte: MasterPlate (2021).

Para Gaspar e Pinheiro (2021), entender e conhecer os diferentes tipos de pavimentação é de grande relevância, pois a escolha de determinado tipo influenciará no tráfego de condutores



e/ou usuários das rodovias. Importantes características devem ser consideradas, já que a qualidade do solo, a intensidade do fluxo de trânsito e até a drenagem superficial podem afetar a durabilidade do revestimento. Logo, fazer um levantamento de dados faz-se necessário para a elaboração de um bom projeto de estradas, assim será possível entender qual pavimento é ideal para cada superfície.

2.2 PAVIMENTAÇÃO NO BRASIL

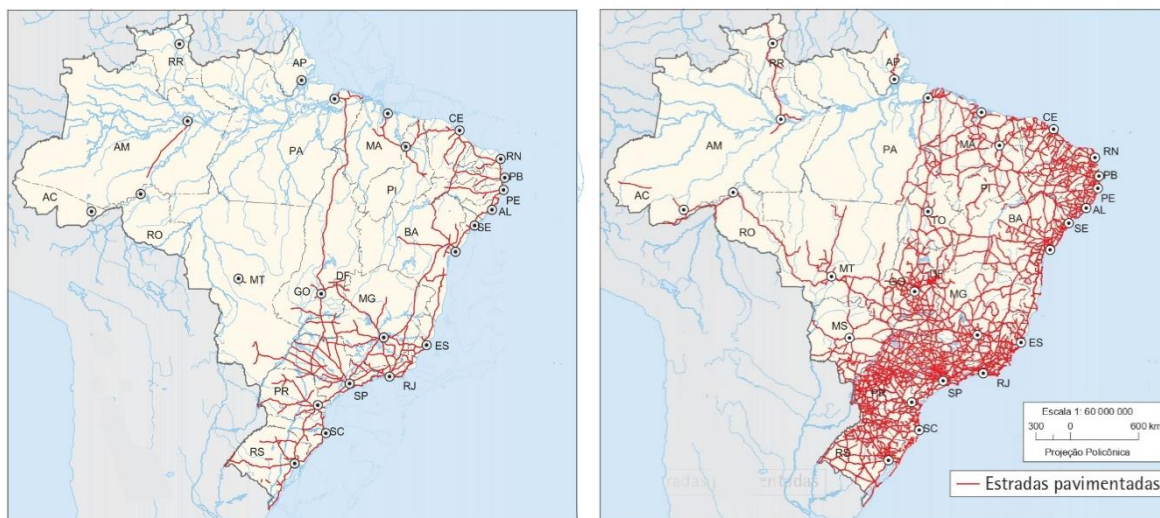
A partir da década de 30, o Brasil aumentou os investimentos em infraestrutura de transportes rodoviários, criando alternativas que apoiassem a ampliação do sistema de transportes, e assim proporcionando políticas de desenvolvimento do Estado brasileiro. Durante a gestão de Juscelino Kubitschek, os interesses econômicos internacionais impulsionaram o governo a apresentar uma política rodoviarista. Durante os anos de 1960 e 1970 os governantes deram procedência ao plano de investimentos no projeto rodoviário, porém os recursos para manutenção e recuperação não ocorreram de maneira devida, o que levou nos anos 80 ao sucateamento do modal rodoviário (Pereira e Lessa; 2011).

De acordo com a pesquisa CNT de rodovias (2022), apenas 8,9% das vias analisadas apresentam condição de pavimentação em perfeito estado, portanto o restante 91,1%, apresenta algum tipo de deformação. Para resolver o problema seria necessário um investimento de mais de R\$ 94 bilhões, onde deste montante uma parte seria designada para restauração e reconstrução de trechos destruídos e o remanescente para garantir manutenções preventivas.

A partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2018) é possível perceber a evolução da malha rodoviária brasileira. Observa-se na figura 2 (a e b) abaixo.



Figura 2. Evolução do mapa rodoviário brasileiro (1970 - 2017).



Fonte: IBGE, (2018).

2.3 MALHA RODOVIÁRIA BRASILEIRA

Segundo Barros e Baggio (2022), o Brasil apresenta uma concentração rodoviária expressiva no que se refere ao transporte de passageiros, mercadorias e cargas, assim a logística e o transporte contribuem positivamente para o desenvolvimento econômico do país, visto que gera empregos, renda e melhores condições de vida para a população, no entanto, a falta de investimentos em infraestrutura faz com que a cadeia produtiva seja prejudicada.

Conforme dados do IBGE (2022), o Brasil possui uma frota de aproximadamente 115 milhões veículos transitando diariamente. De modo geral, vale destacar que áreas com grande densidade populacional, apresentam uma demanda maior de locomoção e, portanto, possuem uma oferta proporcional de infraestrutura na rede de transportes. Logo, é possível inferir que a malha rodoviária brasileira não é homogênea ao longo do território nacional, embora o transporte rodoviário seja responsável por 98% da movimentação de passageiros e 58% do transporte de cargas no país (Barros, Baggio; 2022).

Em razão da baixa qualidade dos pavimentos, os gastos alcançados devido ao aumento na manutenção de veículos apresentam impactos que vão desde o proprietário até a sociedade, pois se os custos aumentam isso interfere no preço dos fretes e consequentemente no valor final dos produtos que chegam as casas dos consumidores, resultando perdas financeiras que culminarão em toda a economia (Magalhães e Silva; 2018).



2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

A durabilidade do pavimento é atribuída de maneira que a superfície de deslocamento apresente condições adequadas para o tráfego. Ainda que se possibilite aumentar a vida útil da rodovia, o aparecimento de manifestações patológicas torna-se inevitável, em razão de fatores meteorológicos que podem afetar a qualidade da via e de seus materiais, bem como o fluxo intenso de veículos (Silva e Pinheiro; 2022).

De acordo com a Norma DNIT 005/2003 – TER, as manifestações patológicas correspondem a deteriorações no revestimento asfálticos que podem ser determinados visivelmente a olho nu e segundo terminologias da própria norma. Segundo o mesmo documento, é necessário avaliar a situação das rodovias para que possa definir uma solução técnica adequada, caso contrário pequenos defeitos podem evoluir para deformações maiores e mais difíceis de serem resolvidas.

Segundo Bernucci *et al*, (2008), os danos nas superfícies dos pavimentos podem aparecer a curto, médio e longo prazo, em razão de erros de projetos ou em função de intempéries e uso do tráfego. Entre falhas e inadequações que podem diminuir a qualidade da superfície podemos citar alguns fatores como: erros de dosagem de materiais, falhas construtivas, imprecisões no projeto e descuidos nas alternativas de manutenção.

No quadro 1, é possível demonstrar um resumo com os principais defeitos associado as estradas bem como suas possíveis causas.

Quadro 1. Manifestações patológicas em pavimentos asfálticos

Defeito		Descrição	Prováveis causas
Trincas isoladas	Longitudinais	Apresenta direção predominante paralela ao eixo da via.	Junta de construção mal executada. Contração/ dilatação do revestimento.
	Transversais	Apresenta direção predominante ortogonal ao eixo da via.	Contração/ dilatação do revestimento. Propagação de trincas de camadas subjacentes.
Trincas interligadas	Jacaré/ crocodilo	Assemelhando-se a couro de jacaré ou crocodilo.	Ação repetida das cargas de tráfego.
	Bloco	Configuração próxima a um retângulo, podendo os blocos apresentarem vários tamanhos.	Variações térmicas. União de trincas transversais e longitudinais.
Afundamento	Plástico	Caracteriza-se por uma depressão na região das trilhas de rodas um solevamento lateral.	Ruptura das camadas do pavimento pela ação do tráfego.
	Consolidação	Caracteriza-se por uma depressão do revestimento na região das trilhas de roda.	Compactação insuficiente das camadas. Mistura asfáltica com baixa estabilidade.



Ondulação/ corrugação	Caracteriza-se por ondulações ou corrugações transversais nas superfícies do pavimento de caráter plástico e permanente.	Instabilidade da mistura betuminosa ou base. Excesso de umidade das camadas. Materiais estranhos na mistura.
Remendos	Região do pavimento onde ocorreu substituição do material original.	Tráfego intenso. Uso de materiais de má qualidade. Condições ambientais agressivas. Problemas construtivos.
Panelas	Cavidade que se forma num primeiro estágio no revestimento apresentando dimensões variadas.	Trinca por fadiga. Desgaste de alta severidade.
Desgaste	Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza superficial do revestimento.	falhas de adesividade ligante-agregado; presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, problemas executivos ou de projeto.

Fonte: CNT (2018) e DNIT- 005 (2003).

3 METODOLOGIA

3.1 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para esta pesquisa, foram observadas as manifestações patológicas no trecho da BR-230 por meio de análise visual e levantamentos fotográficos realizados in loco durante os meses de setembro e outubro de 2023. A verificação das deformações na pavimentação tem como objetivo classificar as irregularidades encontradas no trecho de aproximadamente 90 km que liga São Raimundo das Mangabeiras à Balsas, na região sul do Maranhão.

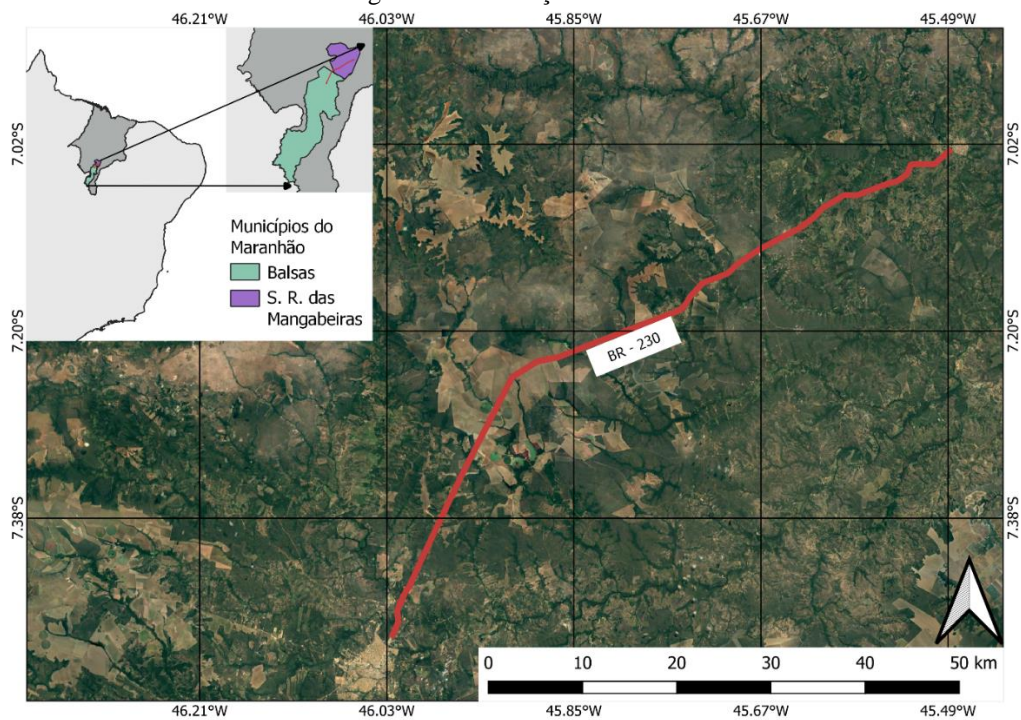
O intuito desta análise é verificar a superfície do revestimento asfáltico da via, caracterizando e identificando as principais manifestações patológicas encontradas, e partir disso entender as causas dos efeitos e propor medidas terapêuticas para as deformações. A partir dessa perspectiva, para o trecho que separa as duas cidades, foi utilizada uma ferramenta conhecida como “Matriz GUT”, que visa priorizar tarefas, problemas ou situações de acordo com três segmentos: gravidade, urgência e tendência.

3.2 LOCALIZAÇÃO

O segmento da BR- 230 ou Transamazônica definida para este estudo compreende dois municípios maranhenses, Balsas e São Raimundo das Mangabeiras. O trecho analisado possui uma extensão aproximada de 92 Km, sendo constantemente utilizado para o transporte de cargas e pessoas (Figura 5).



Figura 5. Localização do trecho



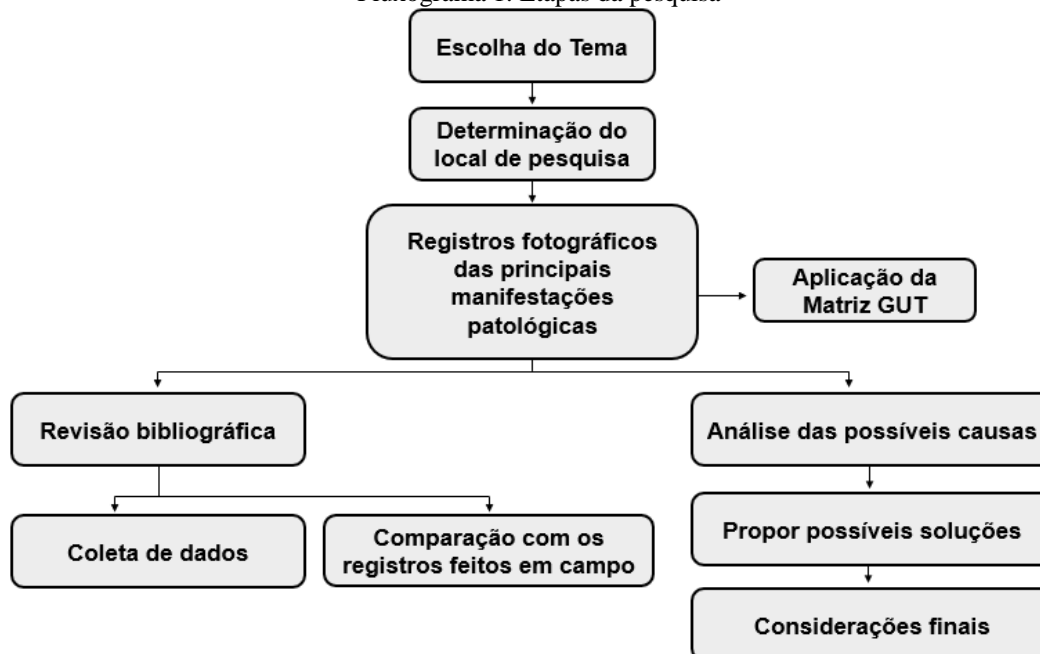
Fonte: Google Maps, 2023.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

O fluxograma abaixo resume as fases deste trabalho, delimitando os passos executados para a pesquisa.



Fluxograma 1. Etapas da pesquisa



Fonte: Os autores, (2023).

3.4 MATRIZ GUT

De acordo com Meirelles (2001), a metodologia GUT é uma ferramenta criada para ajustar prioridades conforme as alternativas de ação. A matriz GUT adota-se sempre que necessário sobrepor ações a partir das opções disponíveis. O objetivo dessa sistematização é organizar segundo a importância dos atos, consoante a sua GRAVIDADE, através de sua URGÊNCIA e por meio de sua TENDÊNCIA de maneira ponderada, escolher a melhor tomada de decisão visando uma ação menos prejudicial.

O método avalia os três critérios que o definem, ou seja, que compõem a sigla GUT. Para cada problema uma pontuação de 1 a 5 deve ser aplicada. Segundo Scartezini (2009), para a atribuição dos valores recomenda-se o uso do quadro abaixo, já que o fato de conceder notas ao problema pode parecer aleatório, por essa razão é necessário seguir as orientações descritas.

Quadro 2. Critérios de pontuação

NOTAS	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA ("Se nada for feito...")
5	Extremamente grave.	Precisa de ação imediata	... irá piorar rapidamente.
4	Muito grave.	É urgente.	... irá piorar em pouco tempo.
3	Grave.	O mais rápido possível.	... irá piorar.



2	Pouco grave.	Pouco urgente.	... irá piorar a longo prazo.
1	Sem gravidade.	Pode esperar.	... não irá mudar.

Fonte: Adaptado de Scartezini, (2009).

De acordo com Scartezini (2009), a atribuição dos valores dentro dos critérios exigidos depende do conhecimento técnico e científico de quem estar analisando o problema, o autor sugere que haja um consenso lógico entre os pesquisadores integrantes, de modo a estabelecer uma sequência dos problemas priorizados.

A resposta final se dá pela multiplicação dos três fatores, dessa maneira, quanto maior o número, maior a prioridade de resolução (Sotille, 2015). Para organização dos dados é recomenda-se o uso de um formulário como o mostrado abaixo.

Quadro 3. Formulário de gravidade, urgência e tendência

Problema	*G	*U	*T	(G×U×T)
	Gravidade	Urgência	Tendência	

*(G) – Gravidade, (U) - Urgência e (T) - Tendência

Fonte: Sotille, (2015).

Conforme Sotille (2015), a ferramenta buscar priorizar medidas de maneira racional, levando em conta a urgência e a tendência do problema, para que a partir disso a decisão menos prejudicial possa ser tomada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do levantamento das condições da rodovia foi possível observar uma série de manifestações patológicas, embora em alguns trechos estivesse ocorrendo manutenções. Através dos registros fotográficos pode-se analisar que o aparecimento de defeitos e anomalias no asfalto acarretam o desconforto e insegurança para os usuários, o que acaba dificultando o tráfego de automóveis e outros veículos.

As deformações mais preocupantes são as panelas, devido seu grau de periculosidade. De acordo com o DNIT (2003), esses buracos presentes na superfície podem apresentar dimensões



e profundidades distintas e suas principais causas estão associadas a degradação e ao aparecimento de trincas na rodovia. Na figura 6 (a, b) abaixo pode se identificar o defeito.

Figuras 6 (a) e (b). Panelas



Fonte: Os autores, (12/10/2023).

Para Silva e Pinheiro (2022), outros fatores que podem estar relacionados com os buracos ou panelas que são manifestações primárias como, fendas, afundamentos, falta de aderência entre as camadas, formando assim uma cavidade que pode evoluir até a base do pavimento.

Ao transitar pela via, observou-se a existência de uma série de remendos, o que, de acordo com a CNT (2018), pode ser entendido como uma panela que foi preenchida. Na figura 7 (a, b) pode se averiguar com clareza.

Figura 7 (a) e (b). Remendos

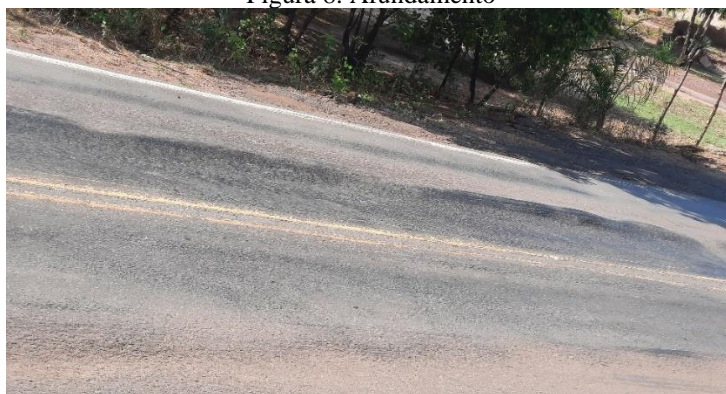


Fonte: Os autores, (12/10/2023).



Na figura 8 pode-se observar um afundamento, manifestação patológica que, conforme Pinheiro (2019), corresponde a depressões nas superfícies do pavimento. Tais deformações são ocasionadas pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas da base do asfalto. Para Corrêa e Suarte Júnior (2020), o aparecimento dessas manifestações pode estar ligado a incidência de frenagens, o que acabando gerando outra situação como as ondulações ou corrugações.

Figura 8. Afundamento



Fonte: Os autores, (12/10/2023).

Para Balbo (2007), deformações plásticas como os afundamentos podem ser entendidas pelo fato de que quanto mais material termoplástico estiver disponível na mistura mais ela se deformará, portanto, esse tipo de alteração associa-se com a compactação ou diminuição de vazios decorrentes após a liberação da pista para o tráfego.

Ao decorrer da pesquisa in loco foi possível registrar muitas alterações do tipo trinca. As trincas referem-se a fissuras com abertura maior, podendo ser do tipo isolada ou interligada. As do tipo isolada podem ser classificadas em transversais e trincas longitudinais (DNIT, 2003).

Segundo a CNT (2018), as principais causas para o aparecimento de trincas são: envelhecimento do pavimento, recalque diferencial, contração asfáltica devido a mudança de temperaturas, baixa resistência a tração e má qualidade da estrutura. A figura 9 (a, b) exemplifica bem as definições para essa imperfeição.



Figura 9 (a) (b). Trincas



Fonte: Os autores, (12/10/2023).

Para Santos *et al*, (2023), as ondulações são decorrentes da má execução de remendos, deixando desníveis de material velho com o material novo que foi aplicado, o problema também está relacionado ao escorregamento de material que forma lombadas, uma forma de resolver essa situação é retirar o material empregado e colocar um remendo novo.

Segundo Silva e Pinheiro (2022), a má distribuição de ligante na camada superficial, faz com que a mistura seja arrastada, resultando nessa deformação que provoca alterações no fluxo de veículos, visto que em alguns trechos a velocidade precisa ser reduzida consideravelmente para que o deslocamento seja seguro. Na figura 10 (a,b) é possível perceber esse desnível no relevo.

Figura 10 (a) e (b). Ondulações



Fonte: Os autores, (12/10/2023).



Em trechos consideráveis da rodovia foram encontrados sinais de desgaste. Conforme o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos proposto pelo DNIT (2006) essa degradação começa a se formar quando a aderência do ligante diminui significativamente em razão da evaporação dos óleos presentes no cimento que compõe o asfalto, causando uma aspereza e descolamento gradativo dos agregados. A causa primordial dessa anomalia se dá em devido a condições meteorológicas intensas com altas temperaturas, presença de água na parte interna do pavimento e ausência de coesão entre os materiais da mistura.

Figura 11. Desgaste do asfalto



Fonte: Os autores, (12/10/2023).

De acordo com Silva e Pinheiro (2022), em um primeiro momento perde-se o material da superfície do pavimento, com o passar do tempo essa perda aumenta de maneira acelerada e diminui a qualidade da via, sendo assim a falta de adesividade entre o agregado e ligante faz com que a ação do tráfego cause seu desprendimento.

5 DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS OBSERVADAS.

O quadro 4 abaixo sintetiza as principais manifestações patológicas identificadas no local de estudo e sugere soluções para as deformações.



Quadro 4. Diagnóstico e soluções das manifestações patológicas analisadas

DIAGNÓSTICO	ORIGEM	SOLUÇÃO
Panelas	Materiais de execução	Remendo superficial ou tapa-buraco.
Afundamentos	Projeto	Técnicas de recapeamento; Fresagem.
Desgastes	Materiais de execução	Lama asfáltica; Tapa buraco; Capa selante.
Trincas	Projeto	Tratamento superficial; Lama asfáltica; Micro revestimento asfáltico.
Ondulações	Projeto	Aplicação da técnica de fresagem e recapeamento.
Remendos	Projeto	Aplicação da técnica correta de preenchimento de panela, de maneira que fique uniforme e compactado.

Fonte: Adaptado de Silva e Pinheiro (2022).

6 APLICAÇÃO DA MATRIZ GUT

Por meio da metodologia apresentada no quadro 2, foram classificadas as manifestações patológicas encontradas no estudo segundo os segmentos de avaliação do Método GUT. O resultado obtido refere-se ao produto da pontuação das variáveis aplicadas, resultando na ordem de priorização abaixo.

Quadro 5. Matriz de aplicação do método GUT

Problema	G	U	T	G×U×T	Priorização
	Gravidade	Urgência	Tendência		
Remendos	2	2	2	4	6°
Afundamentos	3	2	3	18	5°
Ondulações	3	3	3	27	4°
Desgaste	3	3	5	45	3°
Trincas	4	3	5	60	2°
Panelas	5	5	5	125	1°

Fonte: Adaptado de Sotille, (2015).

Os resultados obtidos após a aplicação do método mostram que a manifestação patológica com maior ordem de prioridade seriam as do tipo “panela”, com isso define-se que esse problema deve ser urgentemente resolvido.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos registros fotográficos feitos em campo, foi possível analisar e identificar as principais manifestações patológicas na superfície asfáltica do trecho da BR-230 que liga os municípios de São Raimundo das Mangabeiras à Balsas, sendo que as alterações mais recorrentes foram remendos, trincas, panelas, afundamentos, ondulações e desgaste. Posto isso, foi possível se ter uma noção do estado de degradação da via.



Realizar a pavimentação de uma rodovia para o trânsito de pessoas e veículos consiste em obra civil que busca em primeiro lugar garantir melhor qualidade de rolamento e conseqüentemente oferecer segurança e menos custos operacionais para os usuários, pois muitas despesas com manutenções e operações estão relacionadas a situação dos pavimentos, a garantia de melhor conforto permite uma viagem mais rápida e econômica (Balbo, 2007).

O propósito do trabalho era realizar uma análise das anomalias presentes em um segmento específico de uma rodovia, identificar suas principais causas e, com base nisso, desenvolver propostas para restauração. Essas propostas visavam aprimorar a qualidade da via, combinando ações de restauração com as manutenções necessárias. As estratégias de resolução foram delineadas conforme os parâmetros estabelecidos pela aplicação da Matriz GUT, priorizando a correção dos problemas mais urgentes, graves e recorrentes.

Durante a inspeção do local de estudo pode-se observar obras de recuperação em alguns trechos mais próximos a cidade de Balsas o reparo consistia em recapear alguns metros de pista e em outros locais remendar defeitos do tipo “panela”.

Portanto conclui-se que as irregularidades encontradas no trajeto estão relacionadas a falta de manutenção preventiva, a péssima gestão de recursos econômicos por parte do poder público, a ausência de fiscalização dos órgãos responsáveis durante o processo de construção/execução de uma estrada e a falta de conhecimento especializado na utilização dos materiais para a restauração.

No que se refere a aplicação da ferramenta GUT para a priorização das manifestações patológicas encontradas, foi comprovado que ela pode ser eficaz para a resolução de problemas desta natureza, já que organizando e planejando a tomada de decisões o responsável técnico ou gestor pode entender qual problema pode ser resolvido em primeiro lugar.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se a retirada de amostras do revestimento para análise de seus componentes e para realização de comparações, e assim verificar se o material utilizado condiz com o que recomendado pelas normas e diretrizes vigentes, e conseqüentemente estabelecer uma relação entre os resultados com o aparecimento de deformações na pista.



REFERÊNCIAS

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BARROS, Pedro Henrique Batista; BAGGIO, Isadora Salvalaggio. Uma Análise Espacial Da Malha Rodoviária Brasileira: Relações Com O Desenvolvimento Econômico Regional. IN: VOGT, Camila de Moura; CARVALHO, André Cutrim. **Crescimento e Desenvolvimento Numa Perspectiva Interdisciplinar: Ensaio sobre o crescimento econômico brasileiro**. Guarujá – São Paulo: Científica Digital, 2022.

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro, PETROBRAS: ABEDA, 2008.

CASTILLO, Ricardo et al. Agronegócio globalizado no MATOPIBA maranhense: análise da especialização regional produtiva da soja. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, n. 21, 2021.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento nas rodovias**. 2018. Disponível em:< <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principais-defeitos-pavimento>>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2022**. Disponível: < <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/conteudo>>. Acesso em 16 de outubro de 2023.

CORRÊA, Natália de Sousa.; JUNIOR SUARTE, Fernando Moreno. **Estudo Das Manifestações Patológicas Do Pavimento Asfáltico Na Br-153, No Perímetro Urbano De Alvorada-To**. IN: XX JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. Palmas, 2020.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos** - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006. 310p. (IPR. Publ. 720,).

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006a.

DNIT - Departamento Nacional De Infraestrutura De Transportes. NORMA DNIT 005/2003 – TER. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia**; Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR, pág. 12.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Matopiba**. 2023. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/tema-matopiba>>. Acesso em 20 de novembro de 2023.



GASPAR, Magna Alves Viana; PINHEIRO, José Guilherme Leitão. **Estudo descritivo das principais patologias encontradas em pavimentações asfálticas de estradas de rodagem. Episteme Transversalis**, v. 12, n. 3, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de Veículos**. 2022. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>>. Acesso em 09 de novembro de 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola – Lavoura Temporária. 2022. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas/pesquisa/14/10193>>. Acesso em 09 de novembro de 2023.**

IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Cartografia. **2. Mapas e bases dos modos de transportes**. Brasília, DF: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, 2018. Disponível em: Acesso em: outubro DE 2023.

MASTER PLATE. **Diferença entre pavimento rígido e flexível**. 2021. Disponível em:< <https://masterplate.com.br/diferenca-entre-pavimento-rigido-e-flexivel/>>. Acesso em 10 de outubro de 2023.

MAGALHÃES, Eduardo Nunes; DA SILVA, Paulo Caetano. Consequências diretas da má conservação das estradas com vistas ao consumo de combustível, velocidade média e desgaste dos pneumáticos. **Revista Sustinere**, v. 6, n. 2, p. 337-358, 2018.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte & Ciência, 2001. v. 1. 144 p.

PEREIRA, Luiz Andrei Gonçalves; LESSA, Simone Narciso. O processo de planejamento e desenvolvimento do transporte rodoviário no Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 12, n. 40, p. 26-45, 2011.

PETERLINI, Paulo Sérgio. **Reabilitação de manifestações patológicas em pavimentos asfálticos**. São Paulo: LEUD, 2023.

PINHEIRO, Igor. **As patologias mais comuns nas estradas**. 2019. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/>>. Acesso em 25 de outubro de 2023.

SANTOS, Pedro Henrique Meneses do *et al.* Análise Das Manifestações Patológicas Na Pavimentação Asfáltica Da Avenida Santos Dumont No Município De Codó-Ma. **OPEN SCIENCE RESEARCH X**, v. 10, n. 1, p. 1436-1448, 2023.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. **Análise e melhoria de processos**. Goiânia, 2009. Disponível em:< <https://siseb.sp.gov.br/arqs/GE%20B%20-%20An%C3%A1lise-e-Melhoria-de-Processos.pdf>> . Acesso em: 30 de outubro de 2023.

SILVA, Francisco Halison Pinho da; PINHEIRO, Érika Cristina Nogueira Marques. Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis-estudo de caso: trecho da Avenida da União,



Manaus/AM/Pathological manifestations in flexible sidewalks-case study: a stretch of Avenida da União, Manaus/AM. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 21408-21423, 2022.

SOTILLE, Mauro Afonso. **A FERRAMENTA GUT- GRAVIDADE, URGÊNCIA E TENDÊNCIA**. 2015. Disponível em:< <https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/dicas-pmp-matriz-gut-pdf> >. Acesso em 30 de outubro de 2023.